

Continental Aktiengesellschaft

203-083-PDE.1 / Ra

11.07.03

Beschreibung**5 Verfahren zur Niveauregelung für pneumatische Niveauregelanlagen in
Kraftfahrzeugen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Niveauregelung einer pneumatischen Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Achsen, mindestens einer 10 Luftfeder je Achse, gegebenenfalls einem oder mehreren Druckspeichern, mindestens einem Drucksensor, Mitteln zur Bestimmung des Abstandes zwischen mindestens einem Rad und/oder einer Achse und dem Fahrzeugaufbau, einer Steuereinheit und einem Kompressor. Die Achsen werden nacheinander von einem Startniveau auf ein Sollniveau 15 geregelt. Bei einem Aufregelvorgang wird zumindest zeitweise der Kompressor betrieben und/oder eine Verbindung mindestens einer Luftfeder zum Druckspeicher hergestellt. Der Aufregelvorgang der Luftfeder oder der Luftfedern an einer Achse von einem Startniveau auf ein höheres Sollniveau wird durch die Steuereinheit abgebrochen, wenn mindestens 20 eine Abschaltbedingung des Kompressors erfüllt ist und/oder das Druckniveau in dem Druckspeicher zu gering ist.

Ein Verfahren zur Niveauregelung einer pneumatischen Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges der eingangs genannten Art ist zum Beispiel aus der DE 196 21 946 C2 bekannt. In dieser Druckschrift wird eine Luftfederung eines Fahrzeuges beschrieben, welche es gestattet das Niveau des Fahrzeuges im Stand anzuheben bzw. abzusenken oder 25 beladungsunabhängig auf einem vorgegebenen Niveau zu halten. Eine den Kompressor ein- und abschaltende Steuereinheit umfasst einen Rechner, welcher einen Schätzwert einer Betriebstemperatur des Kompressors berechnet und denselben abschaltet, wenn der Schätzwert einen oberen Schwellwert überschreitet. Die Steuereinheit bzw. der Rechner schaltet den Kompressor wieder ein, wenn der Schätzwert einen unteren Schwellwert 30 unterschreitet. Der jeweils letzte Schätzwert wird beim Einschalten des Kompressors um einen vorgegebenen Temperatursprung erhöht, dessen Maß von der Höhe des Schätzwertes

abhängt. Während des Kompressorbetriebes wird der Schätzwert um einen positiven Gradienten erhöht und bei Stillstand des Kompressors um einen negativen Gradienten abgesenkt.

5 Aus der DE 43 33 591 A1 ist eine Motorsteuerung bekannt, welche den Motor bzw. den angetriebenen Kompressor für eine vorgebbare Zeit anhand einer Gesamteinschaltzeit abschaltet und so den Motor/Kompressor vor Überhitzung schützt.

Aus der DE 40 30 475 A1 ist ein Verfahren zum Steuern eines Motors bekannt, bei dem 10 von der ansteigenden bzw. abfallenden Temperaturkennlinie des Motors während des Betriebs bzw. des Stillstands ausgegangen wird. In dem Verfahren wird ein Momentanwert für die Temperatur des Motors geschätzt, indem die Betriebsdauer bzw. die Dauer des Stillstands des Motors überwacht werden. Wenn der geschätzte Momentanwert einen vorgebbaren Wert übersteigt, dann wird der Betrieb des Motors angehalten, und ein 15 Alarmsignal wird ausgegeben.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren zur Niveauregelung von Niveauregelanlagen für Kraftfahrzeuge bekannt, mit denen die Temperatur eines Motors bzw. eines Kompressors während des Betriebes abgeschätzt werden kann, ohne einen vorgegebenen 20 Grenzwert zu überschreiten. Der Kompressor kann damit sicher vor Überhitzung geschützt werden. Ebenfalls ist es bekannt, eine Luftfeder aus einem Druckspeicher mit Druckluft zu befüllen und damit das Niveau des Fahrzeuges zu erhöhen. Es kann vorkommen, dass das Druckniveau im Druckspeicher nicht ausreicht, um die Luftfeder mit dem erforderlichen Luftvolumen zu füllen, welches für das einzustellende Sollniveau notwendig ist. Dies ist 25 zum Beispiel dann der Fall, wenn das Druckniveau im Druckspeicher gleich oder annähernd gleich dem Druckniveau der Luftfeder ist und kein Luftaustausch zwischen dem Druckspeicher und der Luftfeder mehr stattfindet. Aus dem Stand der Technik ist bekannt die Aufregelverfahren mit Kompressor- und Druckspeicher zu kombinieren, so dass das Druckniveau in dem Druckspeicher von dem Kompressor wieder erhöht werden kann.

Die oben beschriebenen Verfahren haben den Nachteil, dass ein Aufregelvorgang in ein vorgegebenes Sollniveau abgebrochen wird, wenn der Grenz- oder Schwellwert erreicht wird. Da die Achsen eines Fahrzeugs normalerweise nacheinander von dem Startniveau in das Sollniveau geregelt werden, kann es vorkommen, dass bereits eine oder insbesondere

5 bei LKW mehrere Achsen das Sollniveau erreicht haben, wobei die zu regelnde Achse das Sollniveau aufgrund der Auslösung der Abschaltbedingung nicht mehr erreicht, was einen Schiefstand des Kraftfahrzeuges zur Folge hat. Um den Schiefstand auszugleichen ist es aus dem Stand der Technik bekannt, alle Achsen auf das Startniveau abzuregeln.

10 Damit das Kraftfahrzeug nicht schief steht, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, das Niveau an allen Achsen auf das Startniveau abzulassen, so dass wieder das Ursprungsniveau wie vor dem Start des Aufregelvorganges eingestellt wird. So lange der Kompressorbetrieb abgeschaltet ist, kann der Kompressor abkühlen, was unter Umständen sehr lange dauern kann. Der Aufregelvorgang wird entweder automatisch oder aufgrund

15 eines Fahrerwunsches (Tastenbetätigung) erneut gestartet, wenn eine Einschaltbedingung des Kompressors erfüllt ist. In ungünstigen Fällen, beispielsweise bei extremen Umgebungsbedingungen, kann es vorkommen, dass die Abkühlung des Kompressors aufgrund der Einschaltbedingung nicht ausreichend ist, um das Kraftfahrzeug von dem Startniveau in das Sollniveau zu regeln und ein weiterer Aufregelvorgang wird erneut

20 durch die Abschaltbedingung abgebrochen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Niveauregelung von Niveauregelanlagen für Kraftfahrzeuge zu schaffen, durch welches der Energieverbrauch gesenkt und die Schalthäufigkeit der entsprechenden Bauteile reduziert und das gewünschte Sollniveau

25 auch bei extremen Umweltbedingungen sicher erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das Niveau an allen Achsen des Kraftfahrzeuges wird auf ein gemeinsames Höhen-Zwischenniveau, welches näher am Sollniveau liegt als das

30 Startniveau, geregelt.

Als Abschaltbedingung des Kompressors kann entweder ein Temperaturgrenzwert, ein Zeitgrenzwert oder ein Stromgrenzwert festgelegt werden. Wird ein Temperaturgrenzwert als Abschaltbedingung festgelegt, so kann die Temperatur des Kompressors mit Hilfe eines Temperaturfühlers direkt an dem Kompressor oder in der Nähe des Kompressors gemessen werden. Andernfalls kann die Temperatur mit Hilfe von Verfahren abgeschätzt werden, wie diese beispielsweise aus der DE 196 21 946 C2, der DE 43 33 591 A1 oder der DE 40 30 475 A1 bekannt sind. Alternativ kann als Abschaltbedingung ein Zeitgrenzwert überwacht werden. In diesem Fall wird von der Steuereinheit die Einschaltzeit des Kompressors, beispielsweise mittels eines Zählers, überwacht. Oder es wird ein Stromgrenzwert des Kompressormotors als Abschaltbedingung definiert, welcher vom Steuergerät beispielsweise mittels eines Signals einer Strommessspule ermittelt wird.

Der Aufregelvorgang einer Luftfeder aus dem Druckspeicher kann aufgrund eines zu geringen Druckniveaus im Druckspeicher abgebrochen werden. Das ist dann der Fall, wenn das Druckgefälle zwischen Druckspeicher und entsprechender Luftfeder zu gering ist, um das Niveau an der Luftfeder anzuheben. Vorzugsweise wird in diesem Fall beispielsweise in der Steuereinheit ein Schwellwert für das Druckniveau in dem Druckspeicher gesetzt, welcher den Druckabfall im Druckspeicher unterhalb dieser Druckschwelle erfasst und zur weiteren Verarbeitung bereitstellt.

Wird während eines Aufregelvorganges die Abschaltbedingung des Kompressors ausgelöst oder das Druckniveau im Druckspeicher fällt unter die Druckschwelle, dann wird der Kompressorbetrieb abgeschaltet oder die Verbindung zwischen der/den Luftfeder(n) und dem Druckspeicher wird unterbrochen und das Niveau an allen Achsen des Kraftfahrzeugs wird auf das Zwischenniveau geregelt, wobei das Zwischenniveau höher liegt als das Startniveau. Es ist also gewährleistet, dass sich das Niveau des Kraftfahrzeuges gegenüber dem Startniveau erhöht, wenn der Aufregelvorgang der letzten zu regelnden Achse (bei PKW ist das im allgemeinen beim Aufregeln die Hinterachse) zumindest teilweise durchgeführt worden ist. Damit lässt sich auch bei extremen Umgebungsbedingungen das gewünschte Sollniveau erreichen, da zumindest immer eine geringe Niveauerhöhung in das Zwischenniveau gegenüber dem Startniveau durchgeführt wird. Ein weiterer Vorteil der

Erfindung ist, dass die Einschalthäufigkeit und die Einschaltzeit des Kompressors inkl. des Motors und der entsprechenden Ventile reduziert werden kann, da ein erneuter Aufregelvorgang nur noch vom Zwischenniveau in das Sollniveau zu erfolgen braucht. Durch die dann kürzere Laufzeit des Kompressors wird Energie eingespart.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 ist vorgesehen, dass das Zwischenniveau nach dem Abbruch des Aufregelvorgangs an einer Achse und vor dem Beginn des Regelvorgangs auf dieses gemeinsame Höhen-Zwischenniveau ermittelt wird. Das gemeinsame Höhen-Zwischenniveau wird anhand von Daten der einzelnen Luftfedern 10 ermittelt, welche beim oder nach dem Abbruch des Aufregelvorgangs vorliegen. Als Luftfeder spezifische Daten kommen beispielsweise der aktuelle Druck in den Luftfedern, das Luftfedervolumen und die aktuelle Niveauhöhe an der Fahrzeugecke bzw. -Achse der entsprechenden Luftfeder in Frage. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass das Zwischenniveau gezielt angesteuert und ausgeregelt werden kann, was 15 die Regelzeit verkürzt und unnötige Schaltvorgänge der Quersperrventile verhindert.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 ist vorgesehen, dass das Zwischenniveau dem kleinsten Istniveau einer der Achsen des Kraftfahrzeugs entspricht. Wird die Abschaltbedingung des Kompressors während eines Aufregelvorganges ausgelöst 20 und der Kompressorbetrieb abgeschaltet, dann wird das Niveau aller Achsen des Kraftfahrzeugs auf das kleinste Istniveau einer der Achsen abgelassen. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass das kleinste Istniveau aller Achsen auf einfache Weise, insbesondere durch Auswertung der Höhensignale der Höhensensoren durch die Steuereinheit, bestimmt werden kann.

25

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 ist vorgesehen, dass das Zwischenniveau aufgrund eines Luftaustausches zwischen den entsprechenden Luftfedern der jeweiligen Achsen des Kraftfahrzeuges eingestellt wird, ohne Luft aus den entsprechenden Luftfedern der Niveauregelanlage in die Umgebung abzulassen. 30 Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass keine verdichtete Luft unnötig erzeugt wird und damit Energie eingespart wird. Liegt in den einzelnen Luftfedern

der jeweiligen Achsen ein unterschiedliches Druckniveau vor, dann ist es vorteilhaft, dass erst das Niveau der Achse mit dem höchsten Druck in den Luftfedern erhöht wird. Die Reihenfolge ist bei mehr als zwei Achsen des Kraftfahrzeugs entsprechend fortzusetzen, sobald die jeweilige Achse das Sollniveau erreicht hat. Allgemein lässt sich als

5 Voraussetzung für diese Weiterbildung angeben, dass sowohl das Druckniveau als auch das Höhenniveau an der einen Achse bzw. in den Luftfedern dieser Achse größer oder gleich dem Druckniveau und Höhenniveau der anderen Achse(n) bzw. der Luftfedern dieser Achse(n) sein müssen ($p_1 \geq p_2$ und $h_1 \geq h_2$), um einen Luftaustausch und dementsprechend einen Höhenausgleich zwischen diesen zu ermöglichen.

10

Wird nun der Aufregelvorgang an einer Achse aufgrund der Abschaltbedingung des Kompressors und/oder eines zu geringen Druckniveaus in dem Druckspeicher abgebrochen, dann kann sukzessive die Luft aus den Luftfedern der bereits aufgeregelten Achse(n) mit dem höheren Druck soweit in die Luftfedern der nur teilweise oder noch 15 nicht in das Sollniveau aufgeregelten Achse(n) überführt werden, so dass alle Achsen das gleiche Niveau erreichen. Dieser Vorgang wird von der Steuereinheit geregelt. Die Steuereinheit öffnet die Magnetventile der entsprechenden Luftfedern jeweils nur kurzzeitig gemeinsam, so dass Luft von der einen Luftfeder mit dem höheren Druck in die Luftfeder mit dem geingeren Druck überströmen kann. Zwischen den gemeinsamen 20 Öffnungsphasen der entsprechenden Ventile liegen kurze Pausen, um einen Druckausgleich sowie die Ermittlung des jeweiligen Drucks in den Luftfedern und des Niveaus der einzelnen Achsen zu ermöglichen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 ist vorgesehen, dass der nach 25 Anspruch 1 abgebrochene Aufregelvorgang einer Luftfeder oder der Luftfedern an den Achsen auf das Sollniveau automatisch fortgesetzt wird, wenn eine Einschaltbedingung des Kompressors erfüllt wird, wobei das Zwischenniveau dem Startniveau nach Anspruch 1 entspricht. Der Sollniveauwunsch wird in der Steuereinheit gespeichert. Das gewünschte Sollniveau ist in der Steuereinheit auch nach dem Auslösen der 30 Abschaltbedingung des Kompressors, dem Abbruch des Aufregelvorgangs und dem Ende des darauffolgenden Abregelvorgangs der entsprechenden Achsen verfügbar. Der Vorteil

der Weiterbildung der Erfindung ist, dass der Aufregelvorgang in das Sollniveau fortgesetzt wird, sobald die Einschaltbedingung des Kompressors erfüllt wird. Damit wird das Sollniveau ohne unnötigen Zeitverlust schnellstmöglich erreicht. Wurde der Aufregelvorgang einer Fahrzeugachse aus dem Druckspeicher aufgrund eines zu geringen

5 Druckniveaus abgebrochen, dann wird vorzugsweise erst der Aufregelvorgang an der Achse von dem Kompressor fortgesetzt, sobald die Einschaltbedingung für diesen erfüllt ist. Erst danach wird das Druckniveau des Druckspeicher soweit erforderlich erhöht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 ist vorgesehen, dass die

10 Abschaltbedingung des Kompressors eine obere Grenztemperatur ist. Die Grenztemperatur kann entweder direkt gemessen und mit bekannten Schätzverfahren ermittelt werden. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass die obere Grenztemperatur eine einfache und direkte Beziehung zu einer möglichen Bauteilschädigung des Kompressors gestattet.

15

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 ist vorgesehen, dass die obere Grenztemperatur direkt am Kompressor oder in der Nähe des Kompressors ermittelt wird. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Ermittlung der oberen Grenztemperatur am Kompressor oder in der Nähe des Kompressors eine einfache 20 und direkte Beziehung zu einer möglichen Bauteilschädigung des Kompressors gestattet.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 8 ist vorgesehen, dass die

Einschaltbedingung des Kompressors eine untere Grenztemperatur ist. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Ermittlung der unteren

25 Grenztemperatur eine einfache und direkte Beziehung zu den Abkühleigenschaften des Kompressors gestattet. Die Ermittlung einer unteren Grenztemperatur an einer bestimmten Stelle korreliert insofern mit den kritischen Bauteiltemperaturen des Kompressors, dass der Kompressor wieder eingeschaltet werden kann, ohne bis zum Erreichen der oberen Grenztemperatur geschädigt zu werden.

30

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 9 ist vorgesehen, dass die untere Grenztemperatur direkt am Kompressor oder in der Nähe des Kompressors ermittelt wird.

Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Ermittlung der unteren Grenztemperatur eine einfache und direkte Beziehung zu den Abkühleigenschaften

5 des Kompressors gestattet. Die Ermittlung einer unteren Grenztemperatur an einer bestimmten Stelle am Kompressor oder in der Nähe des Kompressors korreliert insofern mit den kritischen Bauteiltemperaturen des Kompressors, dass der Kompressor wieder eingeschaltet werden kann, ohne bis zum Erreichen der oberen Grenztemperatur geschädigt zu werden.

10

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 10 ist vorgesehen, dass die Abschaltbedingung ein Druckschwellwert für den Druck in dem Druckspeicher ist.

Unterschreitet das Druckniveau in dem Druckspeicher den Druckschwellwert, dann wird die Abschaltbedingung ausgelöst und der Aufregelvorgang der Fahrzeugachse aus dem

15 Druckspeicher wird abgebrochen. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass ohne zusätzliche Mittel und auf einfache Art und Weise zum Beispiel mittels eines Drucksensors oder dergleichen das Druckniveau in dem Druckspeicher und damit der Druckschwellwert ermittelt werden kann.

20 Gemäß der Erfindung nach Anspruch 11 ist vorgesehen, dass in der Steuereinheit der Niveauregelanlage ein gemeinsames Höhen-Zwischenniveau aller Achsen bzw. aller Luftfedern gegenüber dem Fahrzeugaufbau ermittelt wird, welches näher am Sollniveau liegt als das Startniveau, und, dass das Niveau an allen Achsen bzw. Luftfedern des Kraftfahrzeuges auf das gemeinsame Höhen-Zwischenniveau geregelt wird, so dass das

25 Fahrzeug nicht mehr schief steht. Es ist also gewährleistet, dass sich das Niveau des Kraftfahrzeuges gegenüber dem Startniveau erhöht, wenn der Aufregelvorgang der letzten zu regelnden Achse zumindest teilweise durchgeführt worden ist. Damit lässt sich auch bei extremen Umgebungsbedingungen das gewünschte Sollniveau erreichen, da zumindest immer eine geringe Niveauerhöhung in das Zwischenniveau gegenüber dem Startniveau

30 durchgeführt wird. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die Einschalthäufigkeit und die Einschaltdauer des Kompressors inkl. des Motors und der entsprechenden Ventile

reduziert werden kann, da ein erneuter Aufregelvorgang nur noch vom Zwischeniveau in das Sollniveau zu erfolgen braucht. Durch die dann kürzere Laufzeit des Kompressors wird Energie eingespart.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 12 ist vorgesehen, dass die Niveauregelanlage ein Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 10 durchführt. Der Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, dass das Zwischeniveau gezielt angesteuert und ausgeregelt werden kann, was die Regelzeit verkürzt und unnötige Schaltvorgänge der Quersperrventile verhindert. Die Laufzeit des Kompressors wird 10 verkürzt und somit wird Energie eingespart.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 13 ist vorgesehen, dass ein Temperatursensor am Zylinderkopf des Kompressors oder ausserhalb oder innerhalb des Kompressormotors direkt an dem Motor angeordnet ist. Der Vorteil der Weiterbildung ist 15 darin zu sehen, dass der Temperatursensor direkt an den oder in der Nähe der wärmeempfindlichen Bauteile des Kompressors plaziert ist. Damit lassen sich die Bauteile des Kompressors auf einfache Art und Weise vor einer Überhitzung und Zerstörung schützen. Ein weiterer Vorteil der Weiterbildung der Erfindung ist, dass die an der gewählten Stelle gemessene Temperatur eine berechenbare Beziehung zu allen 20 wärmeempfindlichen Bauteilen des Kompressors herstellt. Damit lassen sich mit einer einzigen Temperaturmessstelle alle wärmeempfindlichen Bauteile des Kompressors sicher vor Überhitzung schützen.

Ausführungsbeispiele und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit 25 den nachstehenden Figuren erläutert, darin zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Niveauregelanlage und

Fig. 2 den Ablaufplan eines Niveauregelverfahrens.

30 Figur 1 zeigt in stark schematisierter Darstellung eine Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug, wobei nur die für die nachfolgenden Erläuterungen notwendigen

Bestandteile gezeigt sind. Derartige Niveauregelanlagen sind an sich bekannt, so daß sie hier nur kurz erläutert werden sollen. Die Niveauregelanlage verfügt über Luftfedern 2a, die der Vorderachse des Kraftfahrzeuges zugeordnet sind, und über Luftfedern 2b, die der Hinterachse des Kraftfahrzeuges zugeordnet sind. Mit den Luftfedern 2a, 2b ist ein (nicht gezeigter) Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges federnd gelagert. Die Luftfedern 2a stehen über eine Querleitung 4a und die Luftfedern 2b stehen über eine Querleitung 4b miteinander in Verbindung. Jede Querleitung 4a, 4b enthält jeweils zwei Quersperrventile 6a, 6b, von denen jeweils eins einer Luftfeder 2a, 2b zugeordnet ist. Darüber hinaus stehen die Querleitungen 4a, 4b mit einer weiteren Leitung 8 in Verbindung, über die die Luftfedern 2a, 2b mit Druckluft befüllt bzw. über die Druckluft aus den Luftfedern 2a, 2b abgelassen wird. Ein Druckspeicher 3 steht über ein Quersperrventil 5 mit der Leitung 8 in Verbindung, so dass der Druckspeicher 3 bei entsprechender Schaltstellung der Quersperrventile 5, 6a, 6b mit den Luftfedern 2a, 2b oder bei entsprechend durchgeschaltetem Quersperrventil 5 mit dem Kompressor 12 verbunden werden kann.

15

Zum Auffüllen der Luftfedern 2a, 2b werden die Quersperrventile 6a, 6b von der Steuereinheit 10 der Niveauregelanlage angesteuert, so daß sie von dem in der Figur 1 gezeigten Grundzustand in ihren anderen Schaltzustand übergehen und die Querleitungen 4a und 4b „durchschalten“. Daraufhin wird der Kompressor 12 von der Steuereinheit 10 angesteuert, so daß dieser Druckluft in die Luftfedern 2a, 2b fördert. Zum Abbruch des Auffüllvorganges wird der Kompressor 12 von der Steuereinheit 10 gestoppt und die Quersperrventile 6a, 6b werden von der Steuereinheit 10 angesteuert, so daß sie den in der Figur 1 gezeigten Grundzustand einnehmen. Dementsprechend kann auch der Druckspeicher 3 von dem Kompressor 12 bei durchgeschaltetem Quersperrventil 5 mit Druckluft befüllt werden. Bei durchgeschaltetem Quersperrventil 5 kann ebenfalls der Druck in dem Druckspeicher 3 von einem Drucksensor 24 ermittelt werden. Das Drucksignal wird von dem Drucksensor 24 an die Steuereinheit 10 zur weiteren Verarbeitung (Druckschwelle setzen) weitergeleitet.

30 Zum Ablassen von Druckluft aus den Luftfedern 2a, 2b werden von der Steuereinheit 10 die Quersperrventile 6a, 6b angesteuert, so daß sie von dem in der Figur 1 gezeigten

Grundzustand in den geöffneten Schaltzustand übergehen. Darüber hinaus wird von der Steuereinheit 10 das Ablaßventil 14 angesteuert, so daß dieses von dem in der Figur 1 gezeigten Grundzsutand in den geöffneten Schaltzustand übergeht, in dem es die Leitung 8 mit der Atmosphäre verbindet. Die Luftfedern 2a, 2b sind dann über die

5 Quersperrleitungen 4a, 4b und über die Leitung 8 mit der Atmosphäre verbunden, so daß Druckluft aus ihnen abgelassen wird. Um einen Ablaßvorgang zu beenden bzw. abzubrechen, werden die Quersperrventile 6a, 6b und das Ablaßventil 14 von der Steuereinheit 10 geschlossen, so daß diese dann wieder in den in der Figur 1 gezeigten Grundzustand übergehen.

10

Aufgrund unterschiedlicher Achslasten und infolgedessen unterschiedlichem Druck in den Luftfedern erfolgt das Auffüllen bzw. Ablassen achsweise.

15 Durch entsprechende Ansteuerung der Quersperrventile 6a, 6b und des Ablaßventils 14 ist es ebenfalls möglich, Druckluft aus einer Luftfeder bzw. aus einer beliebigen Kombination von Luftfedern (beispielsweise den Luftfedern, die einer Achse zugeordnet sind) abzulassen. Um Druckluft aus der Luftfeder 2b, die der Radposition „hinten links“ zugeordnet ist, abzulassen, muß beispielsweise das dieser Luftfeder 2b zugeordnete Quersperrventil 6b und das Ablaßventil 14 von dem in der Figur 1 gezeigten Grundzustand 20 in den geöffneten Schaltzustand überführt werden. Soll zusätzlich Luft aus der Luftfeder 2b, die der Radposition „hinten rechts“ zugeordnet ist, so muß zusätzlich das dieser Luftfeder 2b zugeordnete Quersperrventil 6b von dem in der Figur 1 gezeigten Grundzustand in den anderen Schaltzustand überführt werden.

25 Über die bisher genannten Bestandteile hinaus verfügt die Niveauregelanlage über Höhensensoren 16, 18, 20 und 22, von denen jeweils einer Luftfeder 2a, 2b der Niveauregelanlage zugeordnet ist. Mit Hilfe des Höhensors 16 kann jederzeit das aktuelle Niveau des Fahrzeugaufbaus im Bereich der Radposition „vorne links“ gegenüber einem Bezugspunkt gemessen werden. Entsprechendes gilt für die Höhensensoren 18, 20 30 und 22. Das von den Höhensensoren 16, 18, 20 und 22 gemessene aktuelle Niveau wird von diesen an die Steuereinheit 10 der Niveauregelanlage übermittelt und dort ausgewertet.

In der Steuereinheit 10 sind also zu jedem Zeitpunkt Informationen darüber verfügbar, welches aktuelle Niveau der Fahrzeugaufbau im Bereich der Radpositionen des Kraftfahrzeugs gegenüber einem vorgegebenen Bezugspunkt einnimmt. Darüber hinaus kann in der Steuereinheit 10 ermittelt werden, welches aktuelle Niveau der Fahrzeugaufbau

5 gegenüber einer Achse des Kraftfahrzeugs im Mittel einnimmt, indem die Meßwerte der entsprechenden Höhensensoren gemittelt werden. Soll beispielsweise das Niveau des Fahrzeugaufbaus gegenüber der Hinterachse bestimmt werden, so werden in der Steuereinheit 10 die Meßwerte gemittelt, die von den Höhensensoren 20 und 22 an die Steuereinheit 10 übermittelt worden sind.

10

In der Steuereinheit 10 wird laufend überprüft, ob das aktuelle Niveau des Fahrzeugaufbaus im Bereich einer Radposition bzw. das aktuelle Niveau des Fahrzeugaufbaus gegenüber einer Achse des Kraftfahrzeugs mit einem vorgegebenen, in der Steuereinheit 10 gespeicherten Sollniveau übereinstimmt (als aktuelles Niveau wird 15 das zuletzt in der Steuereinheit 10 anhand der von den Höhensensoren 16, 18, 20 und 22 übermittelten Meßsignale verstanden). Liegt das aktuelle Niveau unterhalb des in der Steuereinheit 10 gespeicherten vorgegebenen Sollniveaus, so leitet die Steuereinheit 10 einen Aufregelvorgang ein. Dazu werden die entsprechenden Quersperrventile 6a, 6b und der Kompressor 12 oder das Quersperrventil 5 des Druckspeichers 3 geschaltet. Der

20 Aufregelvorgang ist beendet, wenn die Steuereinheit 10 feststellt, daß das aktuelle Niveau dem in der Steuereinheit 10 gespeicherten vorgegebenen Soll-Niveau entspricht. Die Steuereinheit 10 führt dann die entsprechenden Quersperrventile 5, 6a, 6b wieder in den in der Figur 1 gezeigten Grundzustand über und schaltet gegebenenfalls den Kompressor 12 ab.

25

Wird vor dem Erreichen des Sollniveaus die Abschaltbedingung des Kompressors 12 erfüllt oder die Druckschwelle in dem Druckspeicher 3 erreicht oder unterschritten, dann wird der Aufregelvorgang vorzeitig abgebrochen und die entsprechenden Quersperrventile 5, 6a, 6b werden wieder in den in der Figur 1 gezeigten Grundzustand geschaltet und gegebenenfalls wird der Kompressor 12 abgeschaltet. Als Abschaltbedingung des Kompressors 12 eignet sich in besonders einfacher Weise eine Temperatur des

Kompressors 12, welche mit einem Temperatursensor 26 ermittelt werden kann. Die Temperatur des Kompressors 12 wird laufend von der Steuereinheit 10 überwacht, so dass bei dem Eintreten der Abschaltbedingung von der Steuereinheit 10 sofort die entsprechenden Schritte, wie Quersperrventile 6a, 6b und Kompressor 12 abschalten,

5 ausgeführt werden können. Wie dies im Einzelnen geschieht, wird in der Figur 2 näher erläutert.

Liegt das aktuelle Niveau oberhalb des in der Steuereinheit 10 gespeicherten vorgegebenen Sollniveaus, so leitet die Steuereinheit 10 einen Ablassvorgang ein. Dazu werden die 10 entsprechenden Quersperrventile 6a, 6b und das Ablaßventil 14, wie oben bereits erläutert, geschaltet. Der Ablassvorgang ist beendet, wenn die Steuereinheit 10 feststellt, daß das aktuelle Niveau dem in der Steuereinheit 10 gespeicherten vorgegebenen Niveau entspricht. Die Steuereinheit 10 führt dann die entsprechenden Quersperrventile 6a, 6b und das Ablaßventil 14 wieder in den in der Figur 1 gezeigten Grundzustand über.

15

Es kann auch vorkommen, daß die Steuereinheit 10 feststellt, daß sich das Niveau des Fahrzeugaufbaus während eines Ablassvorganges nicht wie erwartet absenkt, weil sich das Kraftfahrzeug in einer kritischen Situation befindet. In diesem Fall bricht die Steuereinheit 10 den Ablassvorgang ab.

20

Die Niveauregelanlage enthält gegebenenfalls einen Drucksensor 24, mit dem der Luftdruck in jeder einzelnen Luftfeder 2a, 2b und dem Druckspeicher 3 der Niveauregelanlage meßbar ist. Zur Messung des Luftdruckes in der Luftfeder 2b, die der Radposition „hinten links“ zugeordnet ist, wird das dieser Luftfeder 2b zugeordnete 25 Quersperrventil 6b von dem in der Figur 1 gezeigten Grundzustand durch die Steuereinheit 10 in den anderen Schaltzustand überführt, wohingegen alle anderen Quersperrventile 6a, 6b der Niveauregelanlage in dem in der Figur 1 gezeigten Grundzustand bleiben. In diesem Fall liegt an dem Drucksensor 24 der in der Luftfeder 2b, die der Radposition am „hinten links“ zugeordnet ist, herrschende statische Luftdruck an. Entsprechend ist der Luftdruck 30 in den anderen Luftfederen der Niveauregelanlage meßbar. Das jeweilige Messergebnis des Drucksensors 24 wird an die Steuereinheit 10 übermittelt. Das übermittelte Messergebnis

wird in der Steuereinheit 10 der Luftfeder 2a, 2b zugeordnet, deren Quersperrventil 6a, 6b sie angesteuert hat, und ausgewertet und gespeichert.

Es ist auch möglich Luft zwischen den einzelnen Luftfedern 2a, 2b auszutauschen, um

5 beispielsweise einen Schiefstand des Fahrzeugaufbaus auszugleichen. Vorzugsweise wird ein Luftaustausch nur zwischen zwei Luftfedern 2a, 2b gleichzeitig vorgenommen. Dazu werden die jeweiligen Quersperrventile 6a, 6b der entsprechenden Luftfedern 2a, 2b für kurze Zeit gleichzeitig von der Steuereinheit 10 geschaltet, so dass Luft von der Luftfeder 2a, 2b mit dem höheren Druckniveau zu der Luftfeder 2a, 2b mit dem geringeren

10 Druckniveau strömen kann. Nach dem Schließen der Quersperrventile 6a, 6b wird eine kurze Pause abgewartet, damit ein Druckausgleich stattfindet und den Druck in den entsprechenden Luftfedern 2a, 2b ermitteln zu können. Der Vorgang kann solange wiederholt werden, bis kein Schiefstand des Fahrzeugaufbaus mehr vorliegt. Entsprechend kann bei einem Luftaustausch zwischen dem Druckspeicher 3 und einer Luftfeder 2a, 2b

15 verfahren werden, wobei dann das Quersperrventil 5 geschaltet werden muss.

Die Figur 2 beschreibt den Ablauf des Regelungsverfahrens in einer Steuereinheit einer Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit zwei Achsen. In einem ersten Schritt des Verfahrens wird der Zustand der Niveauregelanlage in Form des aktuellen Niveaus, dem

20 Startniveau N1, ermittelt und gespeichert. In einem weiteren Schritt wird von dem Fahrer des Kraftfahrzeuges, z.B. durch Betätigung einer Taste, oder der Steuereinheit selbst, z.B. nach dem Abbruch eines Aufregelvorgangs, ein neues Sollniveau N2 gesetzt, welches höher als das Startniveau N1 ist. Daraufhin wird die Aufregelung der ersten Achse 1 des Kraftfahrzeuges von dem Startniveau N1 in das Sollniveau N2 gestartet. Wie die

25 entsprechenden Ventile und der Kompressor dabei geschaltet werden, wird in Figur 1 näher erläutert. Während des Aufregelvorgangs wird überwacht, ob eine Abschaltbedingung des Kompressors oder eine Unterschreitung des Druckniveaus in dem Druckspeicher (Druckschwelle p_k) erfüllt wird. Die Abschaltbedingung kann eine Temperaturgrenze (T_k), eine Stromgrenze oder eine Zeitgrenze sein.

Wird die Abschaltbedingung während des Aufregelvorgangs der Achse 1 erfüllt, beispielsweise ist die Temperatur am oder in der Nähe des Kompressor größer oder gleich einer maximalen Grenz-Temperatur ($TK \geq Tmax$) oder der aktuelle Druck pa in dem Druckspeicher ist kleiner oder gleich dem Druckschwellwert pk ($pa \leq pk$), dann wird der

5 Aufregelvorgang der Achse 1 abgebrochen. Der Abregelvorgang der Achse 1 in das Startniveau N1 wird gestartet. Sobald die Achse 1 das Startniveau erreicht hat, wird der Abregelvorgang der Achse 1 beendet. Die Niveauregelanlage kehrt somit in ihren Zustand zu Beginn des Aufregelvorgangs der Achse 1 mit dem Startniveau N1 zurück.

10 Wird die Abschaltbedingung während des Aufregelvorgangs der Achse 1 nicht erfüllt, beispielsweise ist die Temperatur am oder in der Nähe des Kompressor kleiner einer maximalen Grenz-Temperatur ($TK < Tmax$) oder der aktuelle Druck pa in dem Druckspeicher liegt über dem Druckschwellwert pk ($pa > pk$), dann wird der Aufregelvorgang der Achse 1 beendet, sobald das Sollniveau N2 von der Achse 1 erreicht

15 ist. Anschließend wird der Aufregelvorgang der Achse 2 auf das Sollniveau N2 gestartet. Auch hier wird während des Aufregelvorgangs eine Abschaltbedingung ermittelt, welche eine Abschaltbedingung des Kompressors (damit der Kompressor nicht irreparabel geschädigt wird) oder ein Druckschwellwert in dem Druckspeicher sein kann.

20 Wird die Abschaltbedingung während des Aufregelvorgangs der Achse 2 erfüllt, beispielsweise ist die Temperatur am oder in der Nähe des Kompressor größer oder gleich einer maximalen Grenz-Temperatur ($TK \geq Tmax$) oder der aktuelle Druck pa in dem Druckspeicher ist kleiner oder gleich dem Druckschwellwert pk ($pa \leq pk$), dann wird der Aufregelvorgang der Achse 2 abgebrochen. Die Steuereinheit ermittelt anhand der

25 Höhensignale aller Höhensensoren ein Zwischenniveau Z1, welches beispielsweise dem aktuellen Istniveau der Achse 2 entspricht. Darauf wird das Niveau an allen Achsen des Kraftfahrzeuges auf dieses Zwischenniveau Z1 abgelassen. Für das Beispiel bedeutet das, dass das Niveau an der Achse 1 vom Sollniveau N2 auf das Zwischenniveau Z1 abgelassen wird. Dazu wird der Abregelvorgang der Achse 1 gestartet. Der Abregelvorgang der

30 Achse 1 wird beendet, sobald das Zwischenniveau Z1 erreicht ist. Die Niveauregelanlage

wird in einen neuen Startzustand gesetzt, wobei das neue Startniveau N1 dem Zwischenniveau Z1 entspricht.

Das Zwischenniveau kann aber auch eingestellt werden, indem solange sukzessive Luft aus

- 5 den Luftfedern mit dem höheren Druck und dem größeren Höhenniveau in die Luftfedern mit dem geringeren Druck und dem geringeren Höhenniveau überführt wird (wie in Figur 1 beschrieben), bis der Schiefstand des Fahrzeugaufbaus ausgeglichen ist. In diesem Fall wird keine Luft aus den Luftfedern in die Umgebung abgelassen. Dieser Ablauf ist in Figur 2 nicht dargestellt.

10

Wird die Abschaltbedingung während des Aufregelvorgangs der Achse 2 nicht erfüllt, beispielsweise ist die Temperatur am oder in der Nähe des Kompressor kleiner einer maximalen Grenz-Temperatur ($TK < Tmax$) oder der aktuelle Druck pa in dem Druckspeicher ist größer als der Druckschwellwert pk ($pa > pk$), dann wird der

- 15 Aufregelvorgang der Achse 2 beendet, sobald das Sollniveau N2 von der Achse 2 erreicht ist. Anschließend wird die Niveauregelanlage in einen neuen Startzustand gesetzt, wobei das neue Startniveau N1 dem Sollniveau N2 entspricht

20

Bezugszeichenliste

(ist Teil der Beschreibung)

- 2a Luftfeder Vorne links (VL) bzw. rechts (VR)
- 5 2b Luftfeder Hinten links (HL) bzw. rechts (HR)
- 3 Druckspeicher
- 4a Querleitung
- 4b Querleitung
- 5 Quersperrventil
- 10 6a Quersperrventil Vorne links bzw. rechts
- 6b Quersperrventil Hinten links bzw. rechts
- 8 Leitung
- 10 Steuereinheit
- 12 Kompressor
- 15 14 Ablassventil
- 16 Höhensor Vorne links
- 18 Höhensor Vorne rechts
- 20 Höhensor Hinten rechts
- 22 Höhensor Hinten links
- 20 24 Drucksensor
- 26 Temperatursensor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Niveauregelung einer pneumatischen Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Achsen, mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) je Achse, gegebenenfalls einem oder mehreren Druckspeichern (3), mindestens einem Drucksensor (24), Mitteln zur Bestimmung des Abstandes zwischen mindestens einem Rad und/oder einer Achse und dem Fahrzeugaufbau (16, 18, 20, 22), einer Steuereinheit (10) und einem Kompressor (12), wobei die Achsen nacheinander von einem Startniveau auf ein Sollniveau geregelt werden, wobei bei einem Aufregelvorgang zumindest zeitweise der Kompressor (12) betrieben wird und/oder eine Verbindung mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) zum Druckspeicher (3) hergestellt wird und wobei der Aufregelvorgang der Luftfeder (2a, 2b) oder der Luftfedern (2, 2b) an einer Achse von einem Startniveau auf ein höheres Sollniveau durch die Steuereinheit (10) abgebrochen wird, wenn mindestens eine Abschaltbedingung des Kompressors (12) erfüllt ist und/oder das Druckniveau in dem Druckspeicher (3) zu gering ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Niveau an allen Achsen des Kraftfahrzeuges auf ein gemeinsames Höhen-Zwischeniveau, welches näher am Sollniveau liegt als das Startniveau, geregelt wird, so dass das Fahrzeug nicht mehr schief steht.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischeniveau nach dem Abbruch des Aufregelvorgangs und vor dem Beginn des Regelvorgangs auf das gemeinsame Zwischeniveau ermittelt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischeniveau dem kleinsten Istniveau einer der Achsen des Kraftfahrzeuges entspricht.

30

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Zwischenniveau aufgrund eines Luftaustausches zwischen den entsprechenden Luftfedern (2a, 2b) der jeweiligen Achsen des Kraftfahrzeuges eingestellt wird, ohne Luft aus den entsprechenden Luftfedern (2a, 2b) der Niveauregelanlage in die Umgebung abzulassen.

5

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der nach Anspruch 1 abgebrochene Aufregelvorgang einer Luftfeder (2a, 2b) oder der Luftfedern (2a, 2b) an den Achsen auf das Sollniveau fortgesetzt wird, wenn eine Einschaltbedingung des Kompressors (12) erfüllt wird, wobei das Zwischenniveau dem Startniveau nach Anspruch 1 entspricht.

10

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Abschaltbedingung des Kompressors (12) eine obere Grenztemperatur ist.

15

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die obere Grenztemperatur direkt am Kompressor (12) oder in der Nähe des Kompressors ermittelt wird.

20

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Einschaltbedingung des Kompressors (12) eine unter Grenztemperatur ist.

25

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die untere Grenztemperatur direkt am Kompressor (12) oder in der Nähe des Kompressors ermittelt wird.

30

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Abschaltbedingung eine untere Druckschwelle in dem Druckspeicher (3) ist.

11. Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Achsen, mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) je Achse, gegebenenfalls einem oder mehreren Druckspeichern (3), mindestens einem Drucksensor (24), Mitteln zur Bestimmung des Abstandes zwischen mindestens einem Rad und/oder einer Achse und dem Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges (16, 18, 20, 22), einer Steuereinheit (10) und einem Kompressor (12), wobei die Achsen nacheinander von einem Startniveau auf ein Sollniveau geregelt werden, wobei bei einem Aufregelvorgang zumindest zeitweise der Kompressor (12) betrieben wird und/oder eine Verbindung mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) zum Druckspeicher (3) hergestellt wird und wobei der Aufregelvorgang der Luftfeder (2a, 2b) oder der Luftfedern (2a, 2b) an einer Achse von einem Startniveau auf ein höheres Sollniveau durch die Steuereinheit (10) abgebrochen wird, wenn mindestens eine Abschaltbedingung des Kompressors (12) erfüllt ist und/oder das Druckniveau in dem Druckspeicher (3) zu gering ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinheit (10) ein gemeinsames Höhen-Zwischenniveau aller Achsen bzw. Luftfedern (2a, 2b) gegenüber dem Fahrzeugaufbau ermittelt wird, welches näher am Sollniveau liegt als das Startniveau, und „dass das Niveau an allen Achsen bzw. Luftfedern (2a, 2b) des Kraftfahrzeuges auf das gemeinsame Höhen-Zwischenniveau geregelt wird, so dass das Fahrzeug nicht mehr schief steht.

20

12. Niveauregelanlage nach Anspruch 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Niveauregelanlage ein Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 10 durchgeführt wird.

25

13. Niveauregelanlage nach Anspruch 11 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7 und/oder 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursensor (26) am Zylinderkopf des Kompressors (12) oder ausserhalb oder innerhalb des Elektromotors des Kompressors (12) angeordnet ist.

30

Zusammenfassung**5 Verfahren zur Niveauregelung für pneumatische Niveauregelanlagen in Kraftfahrzeugen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Niveauregelung einer pneumatischen Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Achsen, mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) je Achse, gegebenenfalls einem oder mehreren Druckspeichern (3), mindestens einem Drucksensor (24), Mitteln (16, 18, 20, 22) zur Bestimmung des Abstandes zwischen mindestens einem Rad und/oder einer Achse und dem Fahrzeugaufbau, einer Steuereinheit (10) und einem Kompressor (12). Die Achsen werden nacheinander von einem Startniveau auf ein Sollniveau geregelt. Bei einem Aufregelvorgang wird zumindest zeitweise der Kompressor (12) betrieben und/oder eine Verbindung mindestens einer Luftfeder (2a, 2b) zum Druckspeicher (3) hergestellt. Der Aufregelvorgang der Luftfeder (2a, 2b) oder der Luftfedern (2a, 2b) an einer Achse von einem Startniveau auf ein höheres Sollniveau wird durch die Steuereinheit (10) abgebrochen, wenn mindestens eine Abschaltbedingung des Kompressors (12) erfüllt ist und/oder das Druckniveau in dem Druckspeicher (3) zu gering ist. Damit das Fahrzeug nach dem Abbruch des Aufregelvorgangs nicht mehr schief steht, wird das Niveau an allen Achsen auf ein gemeinsames Höhen-Zwischenniveau geregelt, welches näher am Sollniveau liegt als das Startniveau.

15

20

25 Fig. 2

SCHUPO Zusammenfassung**Verfahren zur Niveauregelung für pneumatische Niveauregelanlagen in Kraftfahrzeugen**

5

Verfahren zur Niveauregelung einer pneumatischen Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei Achsen, mindestens einer Luftfeder je Achse, gegebenenfalls einem oder mehreren Druckspeichern, mindestens einem Drucksensor, Mitteln zur Bestimmung des Abstandes zwischen mindestens einem Rad und/oder einer Achse und dem Fahrzeugaufbau, einer Steuereinheit und einem Kompressor. Die Achsen werden nacheinander von einem Startniveau auf ein Sollniveau geregelt. Der Aufregelvorgang der Luftfeder oder der Luftfedern an einer Achse von einem Startniveau auf ein höheres Sollniveau wird durch die Steuereinheit abgebrochen, wenn mindestens eine Abschaltbedingung des Kompressors erfüllt ist und/oder das Druckniveau in dem Druckspeicher zu gering ist. Damit das Fahrzeug nach dem Abbruch des Aufregelvorgangs nicht mehr schief steht, wird das Niveau an allen Achsen auf ein gemeinsames Höhen-Zwischenniveau geregelt, welches näher am Sollniveau liegt als das Startniveau.

Fig. 2

20